

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-243308

(43) 公開日 平成7年(1995)9月19日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 L 1/14	B	6965-3G		
B 2 3 P 17/00	Z			
F 0 1 L 1/04	J	6965-3G		
1/12	A	6965-3G		
1/16		6965-3G		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-31602

(22) 出願日 平成6年(1994)3月1日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 村瀬 博之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72) 発明者 中小原 武

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

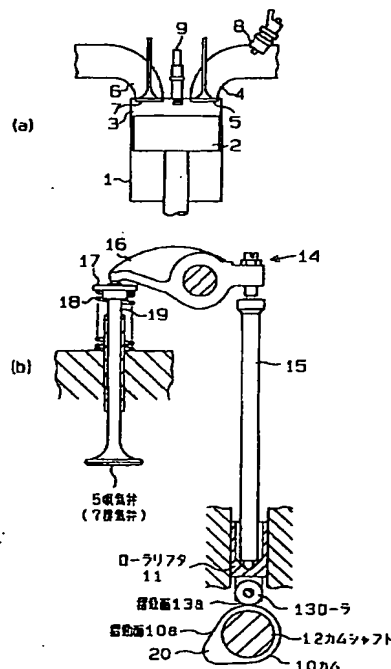
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 金属部材同士の摺動装置及び内燃機関の動弁装置

(57) 【要約】

【目的】 摺動面の表面下広範囲にわたる残留応力付与により、表面起点及び内部起点の疲労損傷をいずれも防止するとともに、面あれ防止により、相手側摺動面の摩耗を抑制する。

【構成】 カム10及びローラ13のうち少なくともいずれか一方の摺動面10a、13aにショットピーニング処理が施され、その後にバレル研磨処理が施されている。ショットピーニング処理後のバレル研磨処理により生じる摺動面10a、13aの表面あらさは $1\mu\text{mRz}$ 以下であることが望ましい。このような処理により、摺動面10a、13aにおいて表面下深い部分ばかりではなく、最表面部にも十分な残留応力が付与される。また、バレル研磨によりショット時の面あれが除去されて滑らかな摺動面10a、13a（例えば $1\mu\text{mRz}$ 以下）になるため、相手側の摺動面の摩耗が生じにくくなる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに摺動する金属部材同士を備え、少なくともいずれか一方の金属部材の摺動面にショットピーニング処理を施し、その後にバレル研磨処理を施したことを特徴とする金属部材同士の摺動装置。

【請求項 2】 内燃機関のクランクシャフト回転運動に同期して回転するカムシャフトに固定されたカムと、前記カムに接しその回転運動を直線運動に変換するローラ及びローラホロアーと、前記ローラ及びローラホロアーの直線運動を吸排気弁の開閉運動に変換する機構とを備えた内燃機関の動弁装置において、前記カムとロックのうち少なくともいずれか一方の摺動面にショットピーニング処理を施し、その後にバレル研磨処理を施したことを特徴とする内燃機関の動弁装置。

【請求項 3】 ショットピーニング処理後のバレル研磨処理により摺動面の表面あらさを $1\mu\text{m Rz}$ 以下にしたことを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の動弁装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は金属部材同士の摺動装置、例えば各種弁駆動手段を備えた内燃機関の動弁装置において、互いに摺動する金属部材、例えばカムとローラとの間の摺動面の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 内燃機関の動弁装置としては、例えば、実開昭 62-173509 号公報に示す突棒式 OHV や実開昭 62-111914 号公報に示すスイングアーム式 OHC 等がある。これらの動弁装置には低燃費化の要請からローラタイプのもの（前記両公報に示すローラリフタやローラロッカアーム）が採用されて来ている。

【0003】 このようなカムとローラとの間の運動伝達において、それらの摺動面間には大きな応力（約 100 kgf/mm^2 ）が作用している。又、カムの角速度がその摺動面で絶えず変化する一方、ローラ自身の慣性力の影響により等速で回転しようとするため、両摺動面間にごくわずかな滑りが生じる。そのため、両摺動面には高い転動疲労特性が要求される。そこで、例えば、ローラとしては焼入れ焼戻し処理を行った軸受孔（SUJ 2）が主に用いられ、カムについては焼入れ焼戻し処理を行った球状黒鉛鉄（FCD70）が主に用いられる。ところが、このようなカムとローラの間では前述したようにわずかな滑りが生じるため、なじみのついていない新品状態では焼付きに起因した摩耗がカムに発生する場合がある。その対策としては、化成処理の一種であるリン酸マンガン処理が施され、初期なじみ性が改善されている。このリン酸マンガン処理を行うと、リン酸マンガン結晶下の母材がエッチングされて母材あさが粗くなる。そして、カム上のリン酸マンガン処理結晶は

ローラとの間の摺動初期においてほとんど摩耗し、母材が露出してあらさ（約 $10\mu\text{m Rz}$ ）の粗い摺動面となる。

【0004】 カムとローラとの間の運動伝達時、あらさの粗いカムノーズ部とローラとが接触し、それらの最表面部に局所的な高応力が作用すると同時に、その応力以外にもカム及びローラの摺動面全体に作用する高応力がこの最表面部よりも深い部分に作用する。そのため、ローラには表面起点の転動疲労損傷（ピーリング）とそれよりも深い内部起点の転動疲労損傷（ピッチング）とが発生する。

【0005】 この最表面部に発生するピーリング防止対策として、本出願人は特願平 5-40144 号に係る特許出願でカム及びローラの表面あらさを特定してそれらのあらさに基づく相互悪影響を抑制している。

【0006】 その他、金属材料の疲労強度を向上させる手段として、例えば特開平 2-185369 号公報に示すようなショットピーニング法がある。無数の鉄あるいはその他の材質の粒子を高速度で被加工物の表面に衝突させて加工する作業を一般にブラスチングというが、特にショットと呼ばれる比較的球形に近い鉄の粒子を使用する時は、ショットブラスチングと呼ばれる。金属表面にこの加工を行うと、表面の硬化作用が著しく、また被加工金属部品の疲れ強さが増加するので、このような効果を目的とする場合はショットピーニングと呼ばれている。ショットピーニングの最も著しい効果は疲れ強さの向上である。ショットピーニングを施すと、表面層側に圧縮残留応力が発生し、冷間加工による表面硬化により疲れ強さを向上させる。この点は従来から各種文献により明らかにされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、このようなショットピーニング法では、表面下 $50\sim 150\mu\text{m}$ 程度の深さ範囲で十分な圧縮残留応力を付与することができ、表面下 $0\sim 50\mu\text{m}$ 程度の深さ範囲にある最表面部、特に表面下 $0\sim 10\mu\text{m}$ 程度の深さ範囲に十分な圧縮残留応力が付与できない。又、ショットピーニングを行った面にはショット時の面あれが残り、 $1.5\sim 3\mu\text{m Rz}$ の表面あらさになる。

【0008】 このショットピーニングを前記ローラに適用した場合、その最表面部では十分な圧縮残留応力が付与されないため、最表面部での疲労強度の改善が不十分になり、表面起点の転動疲労損傷であるピーリングが発生し易い。特に、ローラに残る前記面あれにより、これに接触するカムにピーリングが生じ易い。

【0009】 本発明は内部起点の深い転動疲労損傷であるピッチングばかりでなく、表面起点の転動疲労損傷であるピーリングをも合わせて防止できる手段を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は互いに摺動する金属部材同士を備えた摺動装置、例えば各種弁駆動方式の内燃機関動弁装置に応用できる。この部材としては、例えば、カムとローラとが挙げられる。カムは内燃機関のクランクシャフト回転運動に同期して回転するカムシャフトに固定されている。ローラはローラリフタやローラロッカアーム等のローラホロアー上に設けられ、カムと接しその回転運動を直線運動に変換する。このローラ及びローラホロアーの直線運動を吸排気弁の開閉運動に変換する機構は各種弁駆動方式により異なる。

【0011】前記金属部材同士、例えばカム及びローラのうち少なくともいずれか一方のものの摺動面にショットピーニング処理が施され、その後にバレル研磨処理が施されている。ショットピーニング処理後のバレル研磨処理により生じる摺動面の表面あらさは $1\mu\text{mRz}$ 以下であることが望ましい。

【0012】

【作用】このような処理により、摺動面において表面下深い部分ばかりではなく、最表面部にも充分な残留応力が付与される。また、バレル研磨によりショット時の面あれが除去されて滑らかな摺動面（例えば $1\mu\text{mRz}$ 以下）になるため、相手側の摺動面の摩耗が生じにくくなる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の一実施例に係る内燃機関の動弁装置を図面を参照して説明する。

【0014】図1(a)に4サイクル直列4気筒ガソリンエンジンの一つの気筒を概略的に示し、1はシリンダ、2はピストン、3は燃焼室、4は吸気ポート、5は吸気弁、6は排気ポート、7は排気弁、8は燃料噴射ノズル、9は点火プラグである。

【0015】図1(b)に突棒式OHVを示し、これに前記吸気弁5及び排気弁7がそれぞれ連結されている。この突棒式OHVはカム10と往復動ローラホロアーとしてのローラリフタ11とを備えている。摺動金属部材としてのカム10はカムシャフト12に対し一体回転可能に固定され、図示しないクランクシャフト回転運動と同期して回転するようになっている。ローラリフタ11には摺動金属部材としてのローラ13が回転可能に支持され、ローラ13の摺動面13aがカム10の摺動面10aに接してカム10の回転運動がローラリフタ11の往復直線運動として伝達されるようになっている。運動変換機構14は突棒15とロッカアーム16とリテーナ17とバルブスプリング18とを備えている。リテーナ17は吸気弁5や排気弁7のステム19に取着されている。バルブスプリング18はこのステム19を付勢して吸気弁5や排気弁7を閉じるとともに、ロッカアーム16及び突棒15を介してローラリフタ11のローラ13をカム10に押圧するようになっている。そして、ローラリフタ11の往復直線運動は突棒15及びロッカアーム

ム16を介してリテーナ17に伝達され、バルブスプリング18の伸縮に伴いステム19が往復直線運動して吸気弁5や排気弁7が開閉運動されるようになっている。

【0016】カム10についてはコストや量産性等を考慮して铸件が主に使われている。その場合、チルド铸铁や焼入れ焼戻し処理を行った片状黒鉛铸铁では疲労剥離が発生し易いため、焼入れ焼戻し処理を行った球状黒鉛铸铁(FCD70)が用いられている。このカム10には前述したリン酸マンガン処理が施されている。その表面あらさは $8\sim 10\mu\text{mRz}$ になっている。

【0017】一方、ローラ13としては焼入れ焼戻し処理を行った軸受孔(SUJ2)が用いられている。本実施例ではこのローラ13の摺動面13aを改善している。この改善手段の特徴とするところは、ローラ13の摺動面13aを砥石により研削した後、この摺動面13aに前記ショットピーニング処理を施すばかりではなく、その後さらにバレル研磨処理も施している点である。ここにショットピーニングとは、ショットピーニング装置を利用してショットという小さな鋼球を加工面に高速度で打ち付け、工作物の表面に加工硬化を起こして残留応力を生じさせ、疲労強度を増すものをいう。又、バレル研磨とは、バレル加工装置のバレル内に、メディアという粒子と液体とを混合したものと多数の工作物とを入れて長時間回転攪拌しながら表面処理することをいう。

【0018】従って、ショットピーニングにより表面下 $50\sim 150\mu\text{m}$ 程度の深さ範囲で充分な圧縮残留応力を付与するばかりではなく、バレル研磨により表面下 $0\sim 50\mu\text{m}$ 程度の深さ範囲にある最表面部にも充分な圧縮残留応力を付与することができる。特に、ショットピーニングでは充分な圧縮残留応力を付与することができない表面下 $0\sim 10\mu\text{m}$ 程度の深さ範囲にも圧縮残留応力を付与し易くなる点で、バレル研磨は有効である。その証明は後述する実験結果により示す。

【0019】又、ショットピーニングではショット時の面あれがローラ13の摺動面13aに残るが、バレル研磨を最終加工として行くと、その摺動面13aの面あれが除去されて表面あらさが $1\mu\text{mRz}$ 以下の滑らかな面になる。そのため、このローラ13の摺動面13aに接触する板カム10の摺動面10aに摩耗現象が生じにくくなる。

【0020】前記あらさは十点平均あらさで表される。この十点平均あらさは、断面曲線から基準長さだけ抜き取った部分において、平均線に平行、かつ、断面曲線を横切らない直線から縦倍率の方向に測定した最高から5番目までの山頂の標高の平均値と最深から5番目までの谷底の標高の平均値との差の値をマイクロメートル(μm)で表したものをいう。このあらさは場所によっても異なるため、数箇所を測って各測定値の平均により決める。なお、前記「 $1\mu\text{mRz}$ 以下」は通常「1Z」で示

す。

【0021】前記ローラ13の摺動面13aに対し次の条件でショットピーニング及びバレル研磨を行った。ショットピーニング条件として、噴射方法は直圧式エアブラスト、噴射ノズルの直径は7mm、噴射圧力は7kg/cm²、噴射距離は約50mm、ショット硬さはピッカースカタさHv700~800、ショット粒子は0.5~1mm程度のスチールビーズである。一方、バレル研磨は第一工程と第二工程とに分けて行っている。第一工程におけるバレル研磨条件として、攪拌方法は回転バレル、メディアは6×5mmの正三角柱状アルミナ、コンパウンドは重合りん酸塩と界面活性剤と水、攪拌時間は1時間、攪拌回転数は150rpmである。又、第二工程のバレル研磨条件として、攪拌方法は遠心バレル、メディアは直径5mmの球状アルミナ50%と直径3mmの球状アルミナ50%、コンパウンドは脂肪酸塩及び水、攪拌時間は2時間、攪拌回転数は100rpmである。

【0022】この突棒式OHVを2000cc直列4気筒ガソリンエンジンに設置してローラ13の評価を行った。評価を早く行うために、バルブスプリング18の荷重を設計諸元から20%上げた。運転条件については2000rpmで5000時間エンジンをモータ駆動する方法で行った。損傷の判定については、5000時間運転後にローラ13の摺動面13aの損傷を目視観察し、損傷面積が0~10%の場合○、11~50%の場合△、51~100%の場合×とした。本実施例に係るローラ13は、前述したように、焼入れ焼戻し処理をした軸受鋼に砥石による研削を行いその後ショットピーニングとバレル研磨とを順次施したものであるが、このローラ13と下記の6種類のローラとを比較した。比較例①に係るローラは焼入れ焼戻し処理をした軸受鋼に砥石による研削を行ったままのもの、比較例②に係るローラは比較例①に係るローラにショットピーニングのみを施したもの、比較例③に係るローラは比較例①に係るローラにバレル研磨のみを施したもの、比較例④に係るローラは比較例①にかかるローラにショットブラストのみを施したもの、比較例⑤に係るローラは比較例①にかかるローラにショットブラストを行いその後バレル研磨を施したもの、比較例⑥に係るローラは本実施例と同様な処理を行ってはいるが表面あらしが粗いものである。

【0023】これらのローラについての残留応力、表面あらし及び転動疲労損傷の程度と、これらのローラと接触するカムの平均摩耗量と、良否の総合判定とを図2及び図3に示す。その結果から、各比較例、特に①~⑥では、転動疲労損傷の度合いが高いか、又はローラ表面あらしが粗いことに起因したカムの摩耗量が大きいため

に、総合判定で耐久性が不十分であることが分かった。それと比較して本実施例では、それらのいずれもが良好であることが分かった。なお、比較例①のものにバレル研磨を行いその後ショットピーニングを施した場合については前述したような評価を行わなかったが、ショット時の面あれが残ることが明白であるため、カム側に転動疲労損傷又は摩耗が発生し、耐久性が不十分となる。

【0024】前述した実施例では突棒式OHVについて例示したが、その他の弁駆動方式として例えば図4に示すようなスイングアーム式OHCに適用してもよい。このスイングアーム式OHCにおいては、ローラホロアーとしてのロッカアーム21がラッシュアジャスター20に支持され、このロッカアーム21上にあるローラ22が板カム10に接触している。このローラ22に対し前記実施例のローラ13と同様な処理を施す。なお、この場合にはリテーナ17及びバルブスプリング18が運動変換機構14に該当する。

【0025】その他、本実施例に係る処理をローラ13、22ばかりでなく、カム10にも施したり、カム10のみに施したりしてもよい。又、ローラ13、22やカム10以外の摺動金属部材、例えば車両のタイヤとミッションとの間に設けられる等速ジョイントの摺動金属部材に同様な処理を施すことも可能である。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、摺動面の表面下広範囲にわたる残留応力付与により、表面起点及び内部起点の疲労損傷をいずれも防止できるとともに、面あれ防止により、相手側摺動面の摩耗を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)はエンジンの一気筒を示す概略正面図であり、(b)は本実施例に係る動弁装置を示す概略部分断面図である。

【図2】本実施例に係る処理を施したローラとそれ以外の処理を施したローラとについて表面下深さと残留応力との関係を示す線図である。

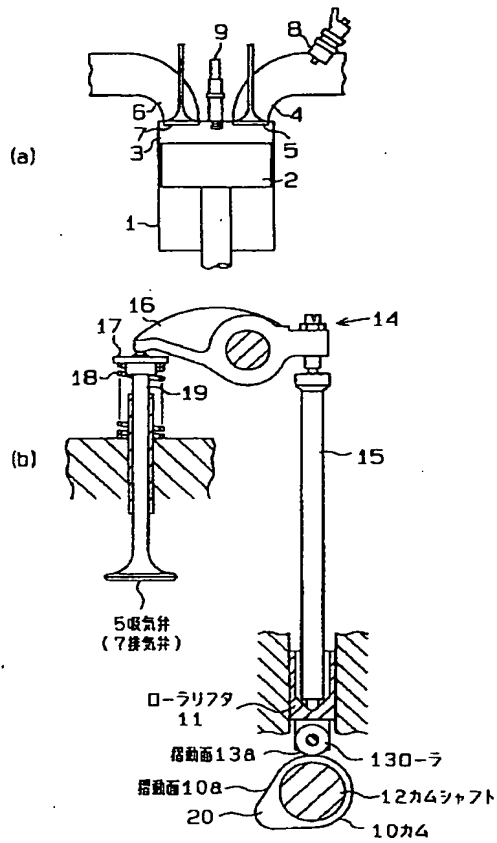
【図3】このようなローラを比較して示す評価図である。

【図4】他の実施例に係る動弁装置を示す概略部分断面図である。

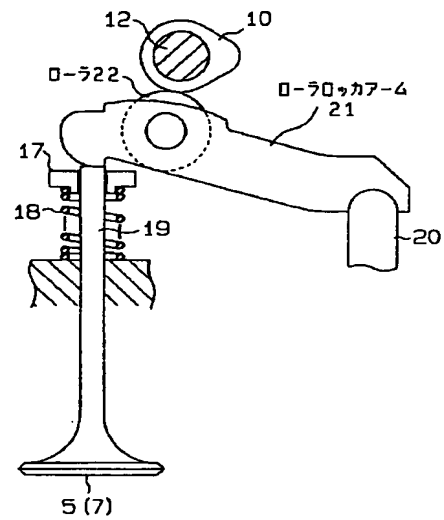
【符号の説明】

5…吸気弁、7…排気弁、10…摺動金属部材としてのカム、10a…摺動面、11…ローラホロアーとしてのローラリフト、12…カムシャフト、13…摺動金属部材としてのローラ、13a…摺動面、14…運動変換機構、21…ローラホロアーとしてのローラロッカアーム、22…摺動金属部材としてのローラ。

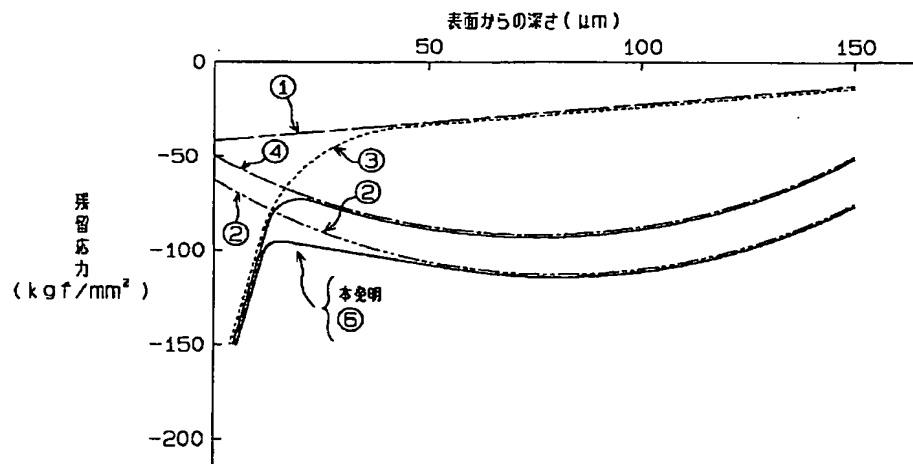
【図1】



【図4】



【図2】



【図3】

	ローラの処理 (SUJZ焼入品)	ローラ表面あざ μmRZ	ローラの転動 疲労損傷の程度	カム平均磨耗量 μm	結合判定
本 発 明	ショットピーニング 後バレル研磨	0.7~0.9	○	33	○
		0.3~0.6	○	26	○
比 較 例	① 無処理(研削のまま)	0.8~1.0	×	180	×
	② ショットピーニング	1.5~2.0	△	85	×
	③ バレル研磨	0.6~0.8	△	42	△
	④ ショットブラスト	10~15	○	300以上	×
	⑤ ショットブラスト 後バレル研磨	8~13	○	300以上	×
	⑥ ショットピーニング 後バレル研磨	1.3~2.0	○	53	△

BEST AVAILABLE COPY

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

F 0 1 L 1/18

識別記号 庁内整理番号

M 6965-3G

F I

技術表示箇所